



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 40 33 261 A 1

(51) Int. Cl. 5:  
**F 01 P 3/20**  
F 01 P 7/14  
F 16 K 3/314

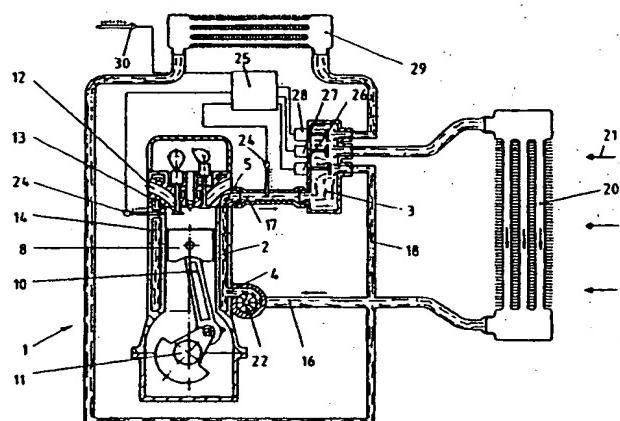
(71) Anmelder:  
Fa. Carl Freudenberg, 6940 Weinheim, DE

(72) Erfinder:  
Mertens, Klaus, Dipl.-Ing., 6944 Hemsbach, DE;  
Sausner, Andreas, Dipl.-Ing., 6000 Frankfurt, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verbrennungskraftmaschine

(57) Verbrennungskraftmaschine (1) mit einer darin enthaltenen Kühlmittelleitung (2), die von einem flüssigen Kühlmittel durchströmbar ist. Der Kühlmittelleitung (2) ist zumindest ein Hilfsmittel (3) zur Reduzierung des Kühlmittelmassenstromes zugeordnet.



BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Verbrennungskraftmaschine mit einer darin enthaltenen Kühlmittelleitung, die von einem flüssigen Kühlmittel durchströmt ist.

Eine solche Verbrennungskraftmaschine ist allgemein bekannt. Sie gelangt beispielsweise in Kraftfahrzeugen zur Anwendung und umfaßt zwei Kühlmittelkreisläufe. Ein Kurzschlußkreislauf führt der Verbrennungskraftmaschine das erwärmte Kühlmittel ohne Kühlung wieder zu. Im Kühlerkreislauf durchströmt das Kühlmittel einen Wärmetauscher, bevor es der Verbrennungskraftmaschine wieder zugeführt wird. In dem Wärmetauscher wird überschüssige Wärme abgeführt und an ein sekundäres Kühlmittel abgegeben.

Beide Kreisläufe des Kühlmittels der Verbrennungskraftmaschine können gleichzeitig oder zeitlich verschoben eingeschaltet werden. Durch die gezielte Verteilung des Kühlmittelmassenstromes auf beide Kreisläufe wird die Kühlmitteltemperatur geregelt. Der Kühlmittelmassenstrom durch die Verbrennungskraftmaschine wird durch die Regelung der Kühlmitteltemperatur indessen nur unzureichend beeinflußt. Auch läßt sich auf diese Weise die Temperatur der den Brennraum berührenden Bauteile der Verbrennungskraftmaschine nur in unzureichendem Maße auf einen für einen günstigen Verbrennungsablauf optimalen Wert einstellen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Verbrennungskraftmaschine der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, daß sich nach einer Inbetriebnahme eine schnellere Erwärmung der den Brennraum berührenden Motorenbauteile auf eine optimale Betriebstemperatur ergibt und bei dem die optimale Betriebstemperatur unabhängig von der jeweiligen Belastung weitgehend gleichbleibend beibehalten wird.

Diese Aufgabe wird erfahrungsgemäß bei einer Verbrennungskraftmaschine der eingangs genannten Art mit den kennzeichnenden Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Auf vorteilhafte Ausgestaltungen nehmen die Ansprüche 2 bis 23 Bezug.

Bei der erfahrungsgemäßigen Verbrennungskraftmaschine ist es vorgesehen, daß der Kühlmittelleitung zumindest ein Hilfsmittel zur Reduzierung des Kühlmittelmassenstromes zugeordnet ist. Die Kühlmittelleitung bezeichnet in diesem Sinne denjenigen Raum innerhalb der Verbrennungskraftmaschine, in welchem der Übergang überschüssiger Wärme auf das flüssige Kühlmittel bewirkt wird. Der Kühlmittelraum kann verschiedene Teilräume umfassen und im übrigen in Abhängigkeit von den Erfordernissen des Anwendungsfalles gestaltet werden. Bei dem Kühlmittel kann es sich um Wasser mit einem Gehalt an Frostschutzmittel handeln.

Durch die Verringerung des Massendurchsatzes des Kühlmittels durch die Kühlmittelleitung wird bewirkt, daß sich nach Inbetriebnahme der Verbrennungskraftmaschine eine wesentlich schnellere Erwärmung der den Brennraum berührenden Teile ergibt, als bei der bekannten Ausführung. Die optimale Betriebstemperatur wird dadurch in wesentlich kürzerer Zeit erreicht und damit eine Grundbedingung für die Erzielung eines günstigen Verbrennungsablaufes erfüllt. Der Verschleiß und der erhöhte Schadstoffausstoß während der Warmlaufphase ist wesentlich reduziert.

Die Reduzierung des Kühlmittelmassenstromes durch die Kühlmittelleitung kann in gezielter Weise erfolgen. Die hierzu erforderlichen Hilfsmittel können innerhalb der Verbrennungskraftmaschine in der Kühlmittelleitung vorgesehen sein. Hierfür spricht insbeson-

dere, daß weniger Nebenaggregate um die Verbrennungskraftmaschine herum unterzubringen sind. Daraus ergibt sich eine bessere Übersichtlichkeit im Motorraum.

5 Eine Anbringung der Hilfsmittel außerhalb der Verbrennungskraftmaschine hat den Vorteil der besseren Wartungsfreundlichkeit, weil sich im Falle eines Reparaturbedarfs eine bessere Zugänglichkeit ergibt.

Das Hilfsmittel zur Reduzierung des Kühlmittelmassenstromes kann der Ein- oder Auslaßöffnung der Kühlmittelleitung zugeordnet sein. Hierdurch ist es möglich, das Kühlsystem den räumlichen Gegebenheiten des Einbauraumes besser anzupassen.

10 Ist das Hilfsmittel der Ein- und Auslaßöffnung der Kühlmittelleitung zugeordnet, ergibt sich eine verbesserte Betriebssicherheit.

Das Hilfsmittel kann aus einem Ventil bestehen, das am vorderen Ende gegen ein Ventilsitz abdichtet und in der Kühlmittelleitung eingebaut ist. Solche Kühlsysteme können in großen Stückzahlen einfach und preiswert hergestellt werden.

15 Das Hilfsmittel kann auch aus einem Ventil bestehen, das einen, in einen Ventilsitz eintauchbaren, am vorderen Ende kegelförmigen Kolben enthält, der den Durchfluß durch die Kühlmittelleitung reguliert. Der Vorteil liegt darin, mit einem linearen Verstellweg eine dem Verstellweg nicht proportionale Kreisringflächen als Öffnung freizugeben. Die Form des Kegels beeinflußt die Kennlinie des Öffnungsquerschnittes über dem Verstellweg.

20 Das Ventil, das als Hilfsmittel eingesetzt wird, kann aus einem, in einen Ventilsitz eintauchbaren, am vorderen Ende stufenförmigen Kolben bestehen. Der Durchflußquerschnitt der Kühlmittelleitung wird in so vielen Stufen freigegeben, wie der Stufenkolben Absätze aufweist.

25 Die Höhe bzw. Länge sowie die Durchmesser der Stufen sind genau auf die jeweiligen Temperaturen der Verbrennungskraftmaschine in den verschiedenen Lastfällen abgestimmt. So wird eine kurze Warmlaufphase und anschließend eine gleichmäßige Temperatur gewährleistet.

30 Das Hilfsmittel kann lamellenartig gestaltet sein. Dann ergeben sich durch in Reihe schalten mindestens zweier, beispielsweise lamellenartiger Scheiben, eine große Anzahl verschiedener Durchflußquerschnitte. Durch die Kombination unterschiedlicher, lamellenartig gestalteter Hilfsmittel, lassen sich im Baukastenprinzip die Kühlsysteme auf die jeweiligen Verbrennungskraftmaschinen abstimmen.

35 Das Baukastenprinzip ermöglicht eine kostengünstige Produktion des lamellenartigen Hilfsmittels. Das lamellenartige Hilfsmittel besteht beispielsweise aus einer drehbar gelagerten und einer fest im Kühlmittelstrom stehenden Scheibe, die miteinander verbunden sind. Die drehbar gelagerte Scheibe kann z. B. am Umfang mit einem Zahnkranz zum Antrieb versehen sein. Durch die mehr oder weniger große Übereinstimmung der Öffnungen der beiden Scheiben ist der Kühlmittelmassenstrom einstellbar.

40 Das Hilfsmittel kann als Steuerschieber mit verschiedenen großen Durchflußquerschnitten ausgebildet sein. Der Kühlmittelmassenstrom ist dem Durchflußquerschnitt der verschiedenen Schieberstellungen proportional. Ist der zur Kühlung der Verbrennungskraftmaschine benötigte Kühlmittelmassenstrom bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen genau bekannt, läßt sich dieser, mit beispielsweise drei verschiedenen, genau

festgelegten Schieberstellungen, exakt erreichen. Diese Lösung ermöglicht eine unkomplizierte, betriebssichere Regulierung des Kühlmittelmassenstroms.

Das Hilfsmittel kann aus einem Schieber bestehen, der als Drehschieber ausgebildet ist. Die Größe und Anzahl der Bohrungen sowie der offene Durchflußquerschnitt sind maßgebend für die Kühlwirkung. Auch bei diesem Hilfsmittel besteht der Vorteil in einer kostengünstigen Produktion nach dem Baukastenprinzip. Ähnlich wie bei den lamellenartig gestalteten Hilfsmitteln sind durch Kombination der Scheiben verschiedene große Kühlmittelmassenströme durch das Kühlsystem möglich, so daß für jede Verbrennungskraftmaschine mit wenig Aufwand das passende Kühlsystem herzustellen ist.

Das Hilfsmittel kann aus einem Schieber bestehen, der als Flachschieber ausgebildet ist. Hier wird der Massenstrom des Kühlmittels auf besonders einfache Weise reduziert. Insbesondere wenige Bauteile und ein einfacher Aufbau sind die Merkmale dieser Lösung.

Ein weiteres Hilfsmittel besteht aus einer Kreiselpumpe, die mit einer Einrichtung zur Umkehr der Drehrichtung versehen ist, so daß sich die Wirkung einer Bremspumpe ergibt. Der Kühlmittelmassenstrom durch die Kühlmittelleitung kann sowohl in Stufen getaktet, als auch stufenlos steuerbar sein. Der Kühlmittelmassenstrom hängt von der Drehrichtung und der Rotationsgeschwindigkeit der Bremspumpe ab.

Das Hilfsmittel kann mindestens aus zwei Stellelementen bestehen und die beiden Stellelemente können gemeinsam in einem Gehäuse angeordnet sein.

Außerdem sind die beiden Stellelemente unabhängig voneinander ansteuerbar. Hierbei ist von Vorteil, daß sowohl die Bauteiltemperatur als auch die Kühlmitteltemperatur Einfluß auf den Kühlmittelmassenstrom und den Weg des Kühlmittels durch das System haben. Die Betätigung der Stellelemente kann mit Hilfe von Temperaturfühlern und einem Kennfeld erfolgen, das in einem Steuergerät abgelegt ist.

Die bisher aufgeführten Hilfsmittel können durch das Signal zumindest eines Temperaturföhlers ansteuerbar sein, wobei der Temperaturföhler als Bauteiltemperaturföhler und/oder als Kühlmitteltemperaturföhler ausgebildet sein kann. Dadurch steht der Kühlmittelmassenstrom durch die Kühlmittelleitung in direktem Zusammenhang mit der Bauteiltemperatur und/oder der Kühlmitteltemperatur der Verbrennungskraftmaschine.

Außerdem kann den Hilfsmitteln zumindest ein Servoantrieb zugeordnet sein, der beispielsweise pneumatisch betätigbar ist. Insbesondere bei Diesel-Verbrennungskraftmaschinen ist diese Betätigung durch den ohnehin vorhandenen Unterdruck (vorzugsweise bei PKW) oder den Überdruck (vorzugsweise bei LKW) vorteilhaft.

Ist der Servoantrieb hydraulisch betätigbar, ist dieser für Fahrzeuge mit hydraulischen Hilfsantrieben vorgesehen. Ein hydraulischer Hilfsantrieb muß beispielsweise in Fahrzeugen mit Servolenkung vorhanden sein.

Ferner kann dem Hilfsmittel ein Servoantrieb zugeordnet sein, der beispielsweise elektrisch betätigbar ist. Diese Möglichkeit der Betätigung wird in den meisten Fällen Anwendung finden. Elektrische Energie ist bei Verbrennungskraftmaschinen von der Batterie zu erhalten.

Der Servoantrieb ist durch das Stellglied eines Thermoelementes gebildet und das Thermoelement ist der in der Kühlmittelleitung enthaltenen Flüssigkeit und/oder mindestens einem Bauteil der Verbrennungskraftma-

schine zugeordnet, das den Brennraum unmittelbar berührt.

Eine Zuordnung zu der in der Kühlmittelleitung enthaltenen Flüssigkeit läßt sich technisch besser und einfacher realisieren. Eine wesentlich feinfühliger Steuerung des Betriebsverhaltens der Verbrennungskraftmaschine läßt sich demgegenüber erreichen, wenn eine Zuordnung zu dem Brennraum der Verbrennungskraftmaschine begrenzenden Bauteilen vorgenommen wird. Es besteht auch die Möglichkeit, diese sich unter normalen Betriebsbedingungen ergebenden Änderungen der Temperatur der Flüssigkeit und/oder der Bauteile auf elektronischem Wege kennfeldmäßig abzuspeichern und unter Verwendung von dem Betriebspunkt der Verbrennungskraftmaschine kennzeichnenden Parametern aufzurufen und zur Steuerung der die Reduzierung des Massenstromes des Kühlmittels bewirkenden Hilfsmitteln zu verwenden. Einige diesbezügliche Parameter können beispielsweise die eingespritzte Kraftstoffmenge darstellen, der Belastungszustand der Verbrennungskraftmaschine, die Drehzahl der Kurbelwelle und/oder der Zündzeitpunkt. Derartige Parameter können auch zur unmittelbaren Berechnung einer optimalen Verstellung des Hilfsmittels herangezogen werden.

Befinden sich die Stellglieder der Thermoelemente wie zum Beispiel eine Bimetallfeder oder ein flüssigkeitsgefüllter Hohlkörper, der nur in einer Richtung dehnbar ist, in der Kühlmittelleitung, so entfällt die Verstellung des Hilfsmittels von außen. Die selbsttätige Regelung ist einfach im Aufbau und ebenfalls auf die jeweiligen Betriebstemperaturen der Verbrennungskraftmaschine abstimmbare.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß sich die Verbrennungskraftmaschine nach Inbetriebnahme durch die individuell auf den jeweiligen Betriebszustand abgestimmte Kühlung der Motorenbauteile besonders schnell erwärmt und einen geringeren Verschleiß aufweist. Hierdurch wird eine höhere Lebensdauer erreicht und die Maschine ist wirtschaftlicher zu betreiben. Hinsicht schädlicher Abgasemissionen ergibt sich eine wesentliche Verbesserung und eine Verminderung des spezifischen Treibstoffverbrauches. Vorteilhaft darüber hinaus ist, daß dem Heizungskreislauf, der zur Erwärmung des Fahrzeuginnenraumes vorgesehen und üblicherweise dem Kühlkreislauf parallel geschaltet ist, ein Hilfsmittel zur Begrenzung des Kühlmittelmassenstromes zugeordnet sein kann. Dadurch wird der Durchfluß durch den Heizungskreislauf erst bei optimalen Betriebstemperaturen der Maschine freigegeben. Außerdem besteht die Möglichkeit, den Heizungskreislauf bei niedrigem Teillastbetrieb der Verbrennungskraftmaschine zu verschließen, um der Maschine keine Wärme zur Beheizung des Fahrzeuginnenraumes zu entziehen und dadurch die für den Verbrennungsablauf günstigen Temperaturen länger zu halten.

Die nachstehende Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele der Erfindung dient im Zusammenhang mit den Zeichnungen der weiteren Erläuterung.

In den Fig. 1, 2, 2a, 2b und 3 ist eine Verbrennungskraftmaschine 1 in betriebsfähigem Zustand dargestellt. Die erfindungsgemäße Verbrennungskraftmaschine kann nach verschiedenen Arbeitsverfahren, wie beispielsweise dem Otto- oder dem Diesel-Prinzip, betrieben werden. Dabei bewegt sich der Kolben 8 in einem Zylinder 9 auf und ab. Er ist mittels einer Pleuelstange 10 an einer Kurbelwelle 11 befestigt. Die Kurbelwelle 11 wird dadurch in eine Drehbewegung versetzt. Bei

Otto-Motoren wird ein brennbares Gemisch mittels einer Ansaugleitung 12 beispielsweise über mindestens ein Ventil 13 in den Zylinder 9 eingespeist und in bekannter Weise gezündet und verbrannt. Bei Diesel-Motoren gelangt Luft mittels einer Ansaugleitung 12 beispielsweise über mindestens ein Ventil 13 in den Zylinder 9, wird verdichtet, mit Kraftstoff beaufschlagt und ebenfalls in bekannter Weise gezündet und verbrannt. Die dabei freigesetzte Wärme wird nur teilweise in kinetische Energie überführt. Die überschüssige Wärme muß daher kontinuierlich abgeführt werden, um eine Schädigung der Verbrennungskraftmaschine durch Überhitzung zu verhindern. Der normalerweise aus einem metallischen Werkstoff bestehende Zylinder 9 ist daher üblicherweise von einem Wassermantel 14 umschlossen, der auch einen Teil des Zylinderkopfes 15 ausfüllt. Der Wassermantel 14 ist in einem Hohlraum enthalten, der im Rahmen der Patentanmeldung aus Gründen der Vereinfachung als Leitung bezeichnet und mit einer Zu- 16 und Ablaufleitung 17 verbunden ist. Die Zu- 16 und Ablaufleitung 17 können, wie in den Fig. 1, 2, 2a und 2b dargestellt, außerhalb der Verbrennungskraftmaschine durch eine Kurzschlußleitung 18 verbunden sein, wobei am Eingang oder am Ausgang der Kurzschlußleitung 18 ein Thermostatventil 19 oder ein Stellelement 26 vorgesehen ist.

Fig. 1 entspricht in Aufbau und Wirkungsweise den bekannten Kühlsystemen zur Kühlung von Verbrennungskraftmaschinen. Die Fig. 2, 2a, 2b und 3 stellen die Erfindung in vier Anwendungsbeispielen dar, die im folgenden näher beschrieben sind.

In den Fig. 2, 2a und 2b ist in einer Parallelschaltung zu der Kurzschlußleitung 18 ein Kühler 20 vorgesehen, der als Wärmetauscher ausgebildet ist und aus einer Vielzahl parallel geschalteter, dünnwandiger Metallrohre besteht, die außenseitig von Kühl Luft 21 umströmbar sind. In Fig. 2 verschließt bei Erreichen einer ausreichend hohen Betriebstemperatur der Thermostat 19 die Kurzschlußleitung 18. Das aus der Ablaufleitung 17 abgeführte, erhitzte Kühlmittel, ist dadurch gezwungen, seinen Weg über den Kühler 20 zu nehmen, wobei sich eine Absenkung seiner Temperatur ergibt. Für die Rückführung in die Kühlmittelleitung 2 der Verbrennungskraftmaschine ist eine Kreiselpumpe 22 vorgesehen. Zwischen der Kreiselpumpe 22 und der Kühlmittelleitung 2 ist ein mit einem Servoantrieb 23 versehenes Hilfsmittel 3 vorgesehen, das signalleitend mit einem Temperaturfühler 24 verbunden ist. Der Temperaturfühler 24 kann als Bauteiltemperaturfühler oder als Kühlmitteltemperaturfühler ausgebildet sein.

Bei Verbrennungskraftmaschinen, die über eine elektronische Motorsteuerung verfügen, besteht auch die Möglichkeit, das Hilfsmittel 3 signalleitend hiermit zu verbinden und auf diese Weise anzusteuern.

Bei kalter Verbrennungskraftmaschine ist der Kühlmittelmassenstrom durch das Hilfsmittel 3 verschlossen. Das in der Kühlmittelleitung 2 enthaltene Kühlmittel wird hierdurch an einer Zirkulation durch die Verbrennungskraftmaschine gehindert, was eine besonders schnelle Erwärmung bedingt. Bei Erreichen der Betriebstemperatur wird das Hilfsmittel 3 durch den Temperaturfühler 24, der zweckmäßigerweise benachbart zu einer der wärmsten Stellen der Verbrennungskraftmaschine angeordnet sein sollte, mittels eines elektrischen Signals allmählich in Offenstellung überführt. Das Thermostatventil 19 befindet sich nach wie vor in Offenstellung, so daß das aus der Rücklaufleitung 17 ausströmende Kühlmittel über die Kurzschlußleitung 18 der

Kreiselpumpe 22 zugeführt und am unteren Ende erneut in die Kühlmittelleitung 2 eingespeist wird.

Bei einer weiter ansteigenden Temperatur des Kühlmittels in der Kühlmittelleitung 2 wird die Kurzschlußleitung 18 durch den Thermostat 19 allmählich verschlossen und der Weg durch den Kühler 20 allmählich geöffnet. Das Kühlmittel wird in dem Kühler so weit abgekühlt, daß die Verbrennungskraftmaschine unabhängig vom Belastungsgrad keinen Schaden nimmt. Durch das Vorhandensein des Hilfsmittels 3 wird somit eine wesentliche Verkürzung der Warmlaufphase erreicht.

Fig. 2a bildet das in Fig. 2 dargestellte Beispiel einer Verbrennungskraftmaschine in der Weise weiter, daß das Hilfsmittel 3 aus drei Stellelementen 26, 27, 28 besteht, die in einem Gehäuse untergebracht und jeweils signalleitend mit einem Steuergerät 25 verbunden sind.

Alle drei Stellelemente 26, 27, 28 sind dabei getrennt betätigbar. Hierbei ist von Vorteil, daß sowohl die Kühlmitteltemperatur als auch die Motorenbauteiltemperatur Einfluß auf den Kühlmittelmassenstrom durch das System haben. Die Signalübermittlung kann dabei mittels eines Kennfeldes in Verbindung mit Temperaturfühlern 24 erfolgen. Auch der Heizungskreislauf kann durch das Steuergerät 25 betätigt werden.

Bei kalter Verbrennungskraftmaschine verschließen die Stellelemente 26, 27, 28 die angrenzenden Leitungen. Durch die unterbundene Zirkulation des Kühlmittels durch die Maschine und das Kühlsystem erfolgt eine rasche Erwärmung der Verbrennungskraftmaschine. Erreicht die Brennraumwand ihre Solltemperatur, öffnet das Stellelement 26 allmählich den Durchfluß und das Kühlmittel wird im Kurzschlußkreislauf 18 erwärmt. Das Ende der Warmlaufphase ist erreicht, wenn das Kühlmittel im Kurzschluß seine Solltemperatur erreicht hat. Bei weiter steigenden Temperaturen der Verbrennungskraftmaschine müssen der Kühlkreislauf und/oder der Heizungskreislauf zusätzlich zum Kurzschlußkreislauf geöffnet werden. Optimale Motorenbauteiltemperaturen werden durch Einstellung eines entsprechenden Kühlmittelmassenstromes durch die Verbrennungskraftmaschine erzielt. Der Wärmeübergang und Wärmetransport werden den Betriebspunkten der Maschine angepaßt. Die Stellelemente 26, 27, 28 geben einen vom Steuergerät 25 ermittelten Gesamtquerschnitt frei und regeln gleichzeitig die Kühlmitteltemperatur durch Verteilung des Kühlmittelmassenstromes auf Kurzschluß- und Kühler- und/oder Heizungskreislauf 29. Durch Aufteilung des Kühlmittelmassenstromes auf Kurzschluß, Kühler und Heizung wird sowohl die gewünschte Fahrzeuginnenraumtemperatur als auch die optimale Brennraumtemperatur eingestellt. Die Fahrzeuginnenraumtemperatur kann von einem Temperatursensor 30 erfaßt werden. Durch Verschließen der Stellelemente 26 und/oder 27 kann bei Bedarf der Kühlmittelmassenstrom durch die Heizung erhöht werden.

Alternativ zu der in Fig. 2a dargestellten Lösungsvariante ist auch eine Steuerung des Kühlmittelmassenstromes durch den Heizungskreislauf über einen beispielweise handbetätigten Schieber möglich. Allerdings ist eine auf die optimale Temperatur der Verbrennungskraftmaschine zugeschnittene Aufteilung des Kühlmittelmassenstromes innerhalb der Verbrennungskraftmaschine nur schwer zu erreichen. Selbstverständlich ist auf eine sinnvolle Abstimmung der Stellelemente 26, 27, 28 untereinander zu achten. Dem Kennfeld liegen die Daten des Motoren-Managements zugrunde. In den Fällen, in denen die technischen Voraussetzungen

für den Einbau und das Funktionieren dieser Lösungsvariante gegeben sind, stellt diese Ausgestaltung der erfundungsgemäßen Verbrennungskraftmaschine eine relativ einfache, betriebssichere, variable und die ohnehin vorhandenen Daten des Motoren-Managements ausnutzende Lösung dar.

Im Gegensatz zu der Drosselregelung des Kühlmittelmassenstroms der Verbrennungskraftmaschine aus den Fig. 1, 2, 2a und der im Anschluß folgenden Fig. 3, stellt Fig. 2b eine Bypassregelung des Kühlmittelmassenstromes durch die Kühlmittelleitung 2 dar. In Versuchen hat sich gezeigt, daß eine getrennt einstellbare, entkoppelte Zirkulation durch die Verbrennungskraftmaschine und die außerhalb anschließende Leitung, sinnvoll sein kann. Hierbei ist von Vorteil, daß bei Zirkulation des Kühlmittels durch die Leitung außerhalb der Verbrennungskraftmaschine keine Gase in die Wasserpumpe 22 gelangen, dadurch keine Kavitation entsteht und keine Probleme mit der Entlüftung des Kühlsystems auftreten. Die hier beispielhaft dargestellte Anordnung läßt die feinfühligste und funktionssicherste Dosierung des Kühlmittelmassenstromes durch die Kühlmittelleitung 2 zu. Der Thermostat 19 und das Hilfsmittel 3 können auch hier, wie in Fig. 2a, zusammen in einem Gehäuse untergebracht werden. Sowohl der Thermostat 19 als auch das Hilfsmittel 3 können über getrennte Temperaturfühler angesteuert werden oder sind über ein Kennfeld ansteuerbar, das mit den Daten einer vorhandenen Motorsteuerung versehen ist. Läßt sich der Durchfluß des Kühlmittelmassenstroms durch die Kühlmittelleitung 2 stoppen, kann sogar, wie in Fig. 3 dargestellt, auf die Kurzsclußleitung 18 und eine Bypassleitung 26, wie in Fig. 2b dargestellt, verzichtet werden. Das Kühlsystem hat jetzt nur noch einen Kreislauf, der sowohl für die rasche Erwärmung als auch, insbesondere bei Stationärmotoren, für eine ausreichend gleichmäßige, thermische Belastung der Verbrennungskraftmaschine sorgt. Zur erfundungsgemäßen Regulierung des Kühlmittelmassenstroms können die verschiedenartigsten Hilfsmittel 3, auch in Kombination, zur Anwendung gelangen.

Die Fig. 4 bis 13 sind Ausführungsbeispiele, die nachfolgend näher beschrieben werden:

Fig. 4 ist ein Beispiel für ein Hilfsmittel 3 in Form eines Ventils 3.1, das in die Kühlmittelleitung 2 eingebaut ist. Bei Fig. 4 handelt es sich, wie bei den Fig. 5 bis 13 auch, um Hilfsmittel 3, die jeweils die Drosselung des Kühlmittelmassenstroms in der Kühlmittelleitung 2 bewirken.

Je nach Temperatur des Kühlmittels und/oder der Motorenbauteile öffnet das Ventil 3.1 mehr oder weniger den Durchflußquerschnitt durch die Kühlmittelleitung 2.

Verschließt das Ventil 3.1 die Kühlmittelleitung 2 vollständig, erreicht die Maschine rasch ihre Betriebstemperatur ohne lange und auch verschleißfördernde Warmlaufphasen. Ist das Ventil 3.1 ganz geöffnet, ist der Kühlmittelmassenstrom so groß, daß die Verbrennungskraftmaschine auch bei Vollast keinen Schaden nimmt.

In Fig. 5 ist ein kegelförmiger Kolben 3.2 dargestellt, der in der Kühlmittelleitung eingebaut, den Kühlmittelmassenstrom reguliert. Die Form des Kegels über dem Ventilsitz beeinflußt die nichtlineare Kennlinie des Öffnungsquerschnittes über dem Verstellweg.

In Fig. 6 wird der Durchflußquerschnitt über einen Stufenkolben 3.4 reguliert. Der Stufenkolben 3.4, der in der Kühlmittelleitung 2 angebracht ist, gibt stufenweise verschiedene Öffnungsquerschnitte in der Leitung frei.

Über die Höhe bzw. Länge der einzelnen Abschnitte sowie deren Durchmesser kann der Stufenkolben 3.4 auf die spezifischen Temperaturen der jeweiligen Verbrennungskraftmaschine eingestellt werden. Bei kalter Maschine verschließt der Stufenkolben 3.4 die Öffnung in der Kühlmittelleitung 2 vollständig. Mit steigender Erwärmung des Kühlmittels und/oder der Motorenbauteile gibt der Stufenkolben 3.4 einen immer größer werdenden Öffnungsquerschnitt frei. Der größte Öffnungsquerschnitt ist so ausgelegt, daß auch bei Vollast eine Überhitzung des Triebwerkes ausgeschlossen ist.

In Fig. 7 ist das Hilfsmittel lamellenartig 3.3 dargestellt. Es setzt sich beispielsweise aus zwei hintereinander angebrachten Scheiben 3.3.1 und 3.3.2 mit lamellenförmigen Öffnungen zusammen, die in der Kühlmittelleitung angebracht sind. Eine der Scheiben ist fest im Kühlmittelkreislauf installiert, die andere relativ zu der ersten Scheibe drehbar. Der Antrieb der drehbar gelagerten Scheibe kann beispielsweise am Umfang mittels eines Zahnkranges 3.3.3 erfolgen.

Durch die mehr oder weniger große Übereinstimmung der Öffnungen der beiden Scheiben 3.3.1 und 3.3.2 ist der Kühlmittelmassenstrom einstellbar. Durch die Kombination verschiedener Scheiben, die hintereinander angeordnet sind, läßt sich jeder beliebige Kühlmittelmassenstrom einstellen.

Der Vorteil des lamellenartigen Hilfsmittels 3.3 liegt in der großen Vielseitigkeit. Solche Hilfsmittel lassen sich universell für jede Verbrennungskraftmaschine einsetzen. Die Herstellung der lamellenartigen Hilfsmittel 3.3 ist durch das Baukastenprinzip besonders wirtschaftlich.

Bei dem in Fig. 8 dargestellten Hilfsmittel handelt es sich um einen Steuerschieber 3.9 (3-Wege). In technischen Anwendungen, in denen eine, wie hier beispielhaft angeführte, 3-stufige Regelung ausreicht, stellt diese Lösung eine unkompliziertere, einfacher einzustellende, betriebssichere und preiswerte Regelung des Kühlmittelmassenstroms durch die Kühlmittelleitung 2 dar.

Das Hilfsmittel in Fig. 9 stellt einen Schieber dar, der als Drehschieber 3.5 ausgebildet ist. Der Drehschieber 3.5 besteht beispielsweise aus zwei Scheiben 3.5.1 und 3.5.2, wovon eine fest im Kühlmittelkreislauf installiert ist, und die andere, relativ zur ersten drehbar gelagert ist. Die Größe und Anzahl der Öffnungen beider Scheiben 3.5.1 und 3.5.2 sowie der offene Durchflußquerschnitt sind maßgebend für den Durchfluß durch die Kühlmittelleitung 2. Durch die Kombination verschiedener Scheiben läßt sich die Kühlwirkung individuell auf jede Verbrennungskraftmaschine abstimmen. Der Antrieb der drehbar gelagerten Scheibe kann beispielsweise über einen Zahnkranz, der am Umfang angebracht ist, erfolgen. Auch bei diesem Hilfsmittel ist eine kostengünstige Produktion im Baukastenprinzip möglich.

In Fig. 10 ist das Hilfsmittel 3 als Flachschieber 3.6 ausgebildet. Der Flachschieber 3.6 reguliert den Kühlmittelmassenstrom im Kühlmittelkreislauf und hat seine Vorteile im einfachen, teilearmen Aufbau.

Fig. 11 zeigt als Hilfsmittel 3 eine Kreiselpumpe, die als Bremspumpe 3.7 ausgebildet ist. Sie ist mit einer Einrichtung zur Umkehr der Drehrichtung versehen. Der Kühlmittelmassenstrom durch die Kühlmittelleitung 2 hängt sowohl von der Drehrichtung der Bremspumpe 3.7 als auch von deren Rotationsgeschwindigkeit ab. Diese Möglichkeiten der Einflußnahme gewähren ein rasches Erreichen der Betriebstemperatur durch starke Reduzierung des Kühlmittelmassenstroms, in dem die Bremspumpe 3.7 entgegen der Bewegungsrich-

tung des Kühlmittels dreht. Dabei ist allerdings zu beachten, daß eine vollständige Unterbindung der Zirkulation kaum möglich und auch bei dieser Lösungsvariante nicht sinnvoll ist. Mit zunehmender Betriebstemperatur verringert sich die Rotationsgeschwindigkeit der Bremspumpe 3.7. Bei Erreichen der Betriebstemperatur bewegt sich ihr Rotor in Richtung des strömenden Kühlmittels. Der Durchfluß des Kühlmittels durch die Kühlmittelleitung 2 ist nun am größten. Die Verbrennungskraftmaschine ist gegen zu hohe thermische Belastung geschützt.

Fig. 12 zeigt einen Servoantrieb 3.8, der dem Hilfsmittel 3 zugeordnet ist. Der Servoantrieb 3.8 wird beispielsweise pneumatisch betätigt. Bei kalter Maschine wird der Stufenkolben 3.8.1 von oben mit Druckluft beaufschlagt. Die Durchflußöffnung durch die Kühlmittelleitung ist blockiert. Mit zunehmender Erwärmung wird der Stufenkolben 3.8.1 von unten mit Druckluft beaufschlagt und gibt die Durchflußöffnung durch die Kühlmittelleitung 2 allmählich frei. Fig. 12 findet ebenfalls in unveränderter Form Anwendung für einen Servoantrieb, der hydraulisch betätigbar.

Fig. 13 zeigt einen flüssigkeitsgefüllten Hohlkörper 7, der als Dehnelement ausgebildet und nur in Längsrichtung dehnbar ist. Der flüssigkeitsgefüllte Hohlkörper 7 gibt den Kühlmitteldurchfluß in Abhängigkeit zur Temperaturänderung des ihn umgebenden Mediums frei. Bei den Medien kann es sich sowohl um flüssige Medien, wie z. B. Kühlmittel als auch um feste Medien, wie beispielsweise Zylinderwandungen handeln. Mit Hilfe eines solchen flüssigkeitsgefüllten Hohlkörpers 7 kann eine Kühlmitteltermperaturegung und/oder eine Bauteiltemperaturregelung erfolgen. Bei kalter Verbrennungskraftmaschine ist der flüssigkeitsgefüllte Hohlkörper 7 am kürzesten und verschließt die Durchflußöffnung durch die Kühlmittelleitung 2. Mit steigender Kühlmittelleittemperatur und/oder Motorenbauteiltemperatur erwärmt sich der flüssigkeitsgefüllte Hohlkörper 7 und dehnt sich aus. Mit zunehmender Längenänderung gibt er die Durchflußöffnung immer weiter frei. Der flüssigkeitsgefüllte Hohlkörper 7 läßt sich auf das jeweilige Betriebstemperaturverhalten verschiedener Verbrennungskraftmaschinen einstellen, in dem eine Flüssigkeit mit entsprechend verschiedenen Temperaturausdehnungskoeffizienten in den Hohlkörper eingefüllt wird. Eine selbsttätige Regelung und der einfache Aufbau sind bei flüssigkeitsgefüllten Dehnelementen von besonderem Vorteil.

#### Patentansprüche

1. Verbrennungskraftmaschine mit einer darin enthaltenen Kühlmittelleitung, die von einem flüssigen Kühlmittel durchströmbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlmittelleitung (2) zumindest ein Hilfsmittel (3) zur Reduzierung des Kühlmittelmassenstromes zugeordnet ist.
2. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsmittel (3) der Ein- (4) oder Auslaßöffnung (5) der Kühlmittelleitung (2) zugeordnet ist.
3. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsmittel (3) der Ein- (4) und Auslaßöffnung (5) der Kühlmittelleitung (2) zugeordnet ist.
4. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsmittel (3) aus zumindest einem Ventil (3.1) besteht.

5. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (3.1) einen, in einen Ventilsitz eintauchbaren, am vorderen Ende kegelförmigen Kolben (3.2) enthält.
6. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventil (3.1) einen, in einen Ventilsitz eintauchbaren, am vorderen Ende stufenförmigen Kolben (3.4) enthält.
7. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsmittel (3) lamellenartig (3.3) gestaltet ist.
8. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsmittel (3) aus einem Schieber besteht.
9. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schieber als Steuerschieber (3.9) mit verschiedenen großen Durchflußquerschnitten ausgebildet ist.
10. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schieber als Drehschieber (3.5) ausgebildet ist.
11. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schieber als Flachschieber (3.6) ausgebildet ist.
12. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsmittel (3) aus einer Bremspumpe (3.7) besteht.
13. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremspumpe (3.7) mit einer Einrichtung zur Umkehr der Drehrichtung versehen ist.
14. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsmittel (3) mindestens aus zwei Stellelementen (26, 27) besteht und daß die beiden Stellelemente (26, 27) gemeinsam in einem Gehäuse angeordnet sind.
15. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Stellelemente (26, 27) unabhängig voneinander ansteuerbar sind.
16. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Hilfsmittel (3) durch das Signal zumindest eines Temperaturfühlers (24) ansteuerbar ist und daß der Temperaturfühler (24) als Bauteiltemperaturfühler und/oder als Kühlmitteltermperaturfühler ausgebildet ist.
17. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß dem Hilfsmittel (3) zumindest ein Servoantrieb (3.8) zugeordnet ist.
18. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Servoantrieb (3.8) pneumatisch betätigbar ist.
19. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Servoantrieb (3.8) hydraulisch betätigbar ist.
20. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Servoantrieb (3.8) elektrisch betätigbar ist.
21. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Servoantrieb (3.8) durch das Stellglied eines Thermoelementes gebildet ist und daß das Thermoelement der in der Kühlmittelleitung (2) enthaltenen Flüssigkeit und/oder mindestens einem Bauteil der Verbrennungskraftmaschine (1) zugeordnet ist, das den Brennraum unmittelbar berührt.
22. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 21,

dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied des Thermoelementes eine Bimetallfeder enthält.

23. Verbrennungskraftmaschine nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied des Thermoelementes einen flüssigkeitsgefüllten Hohlkörper (7) umfaßt, der nur in einer Richtung dehnbar ist.  
5

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

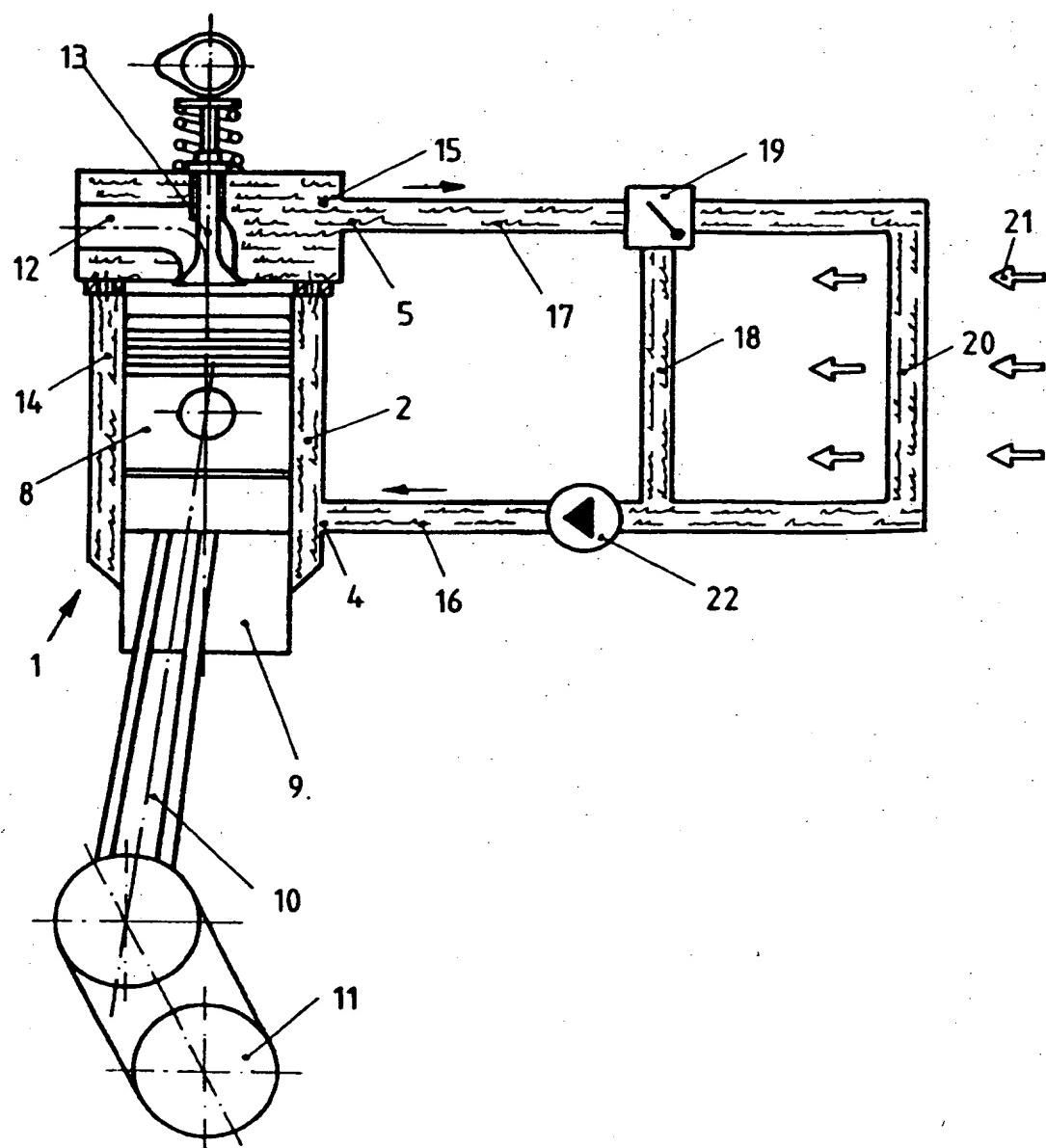


Fig. 2

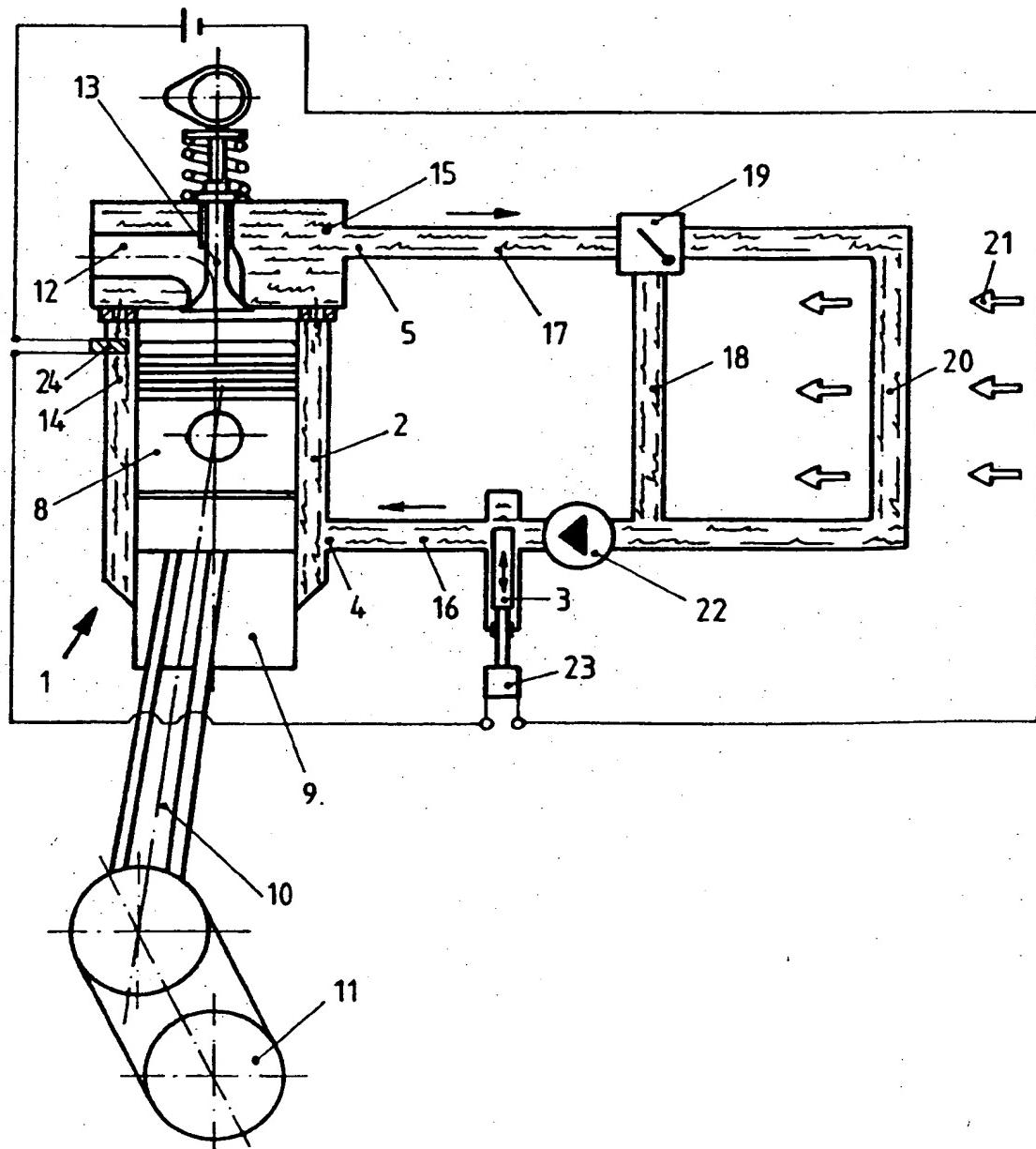


Fig. 2a

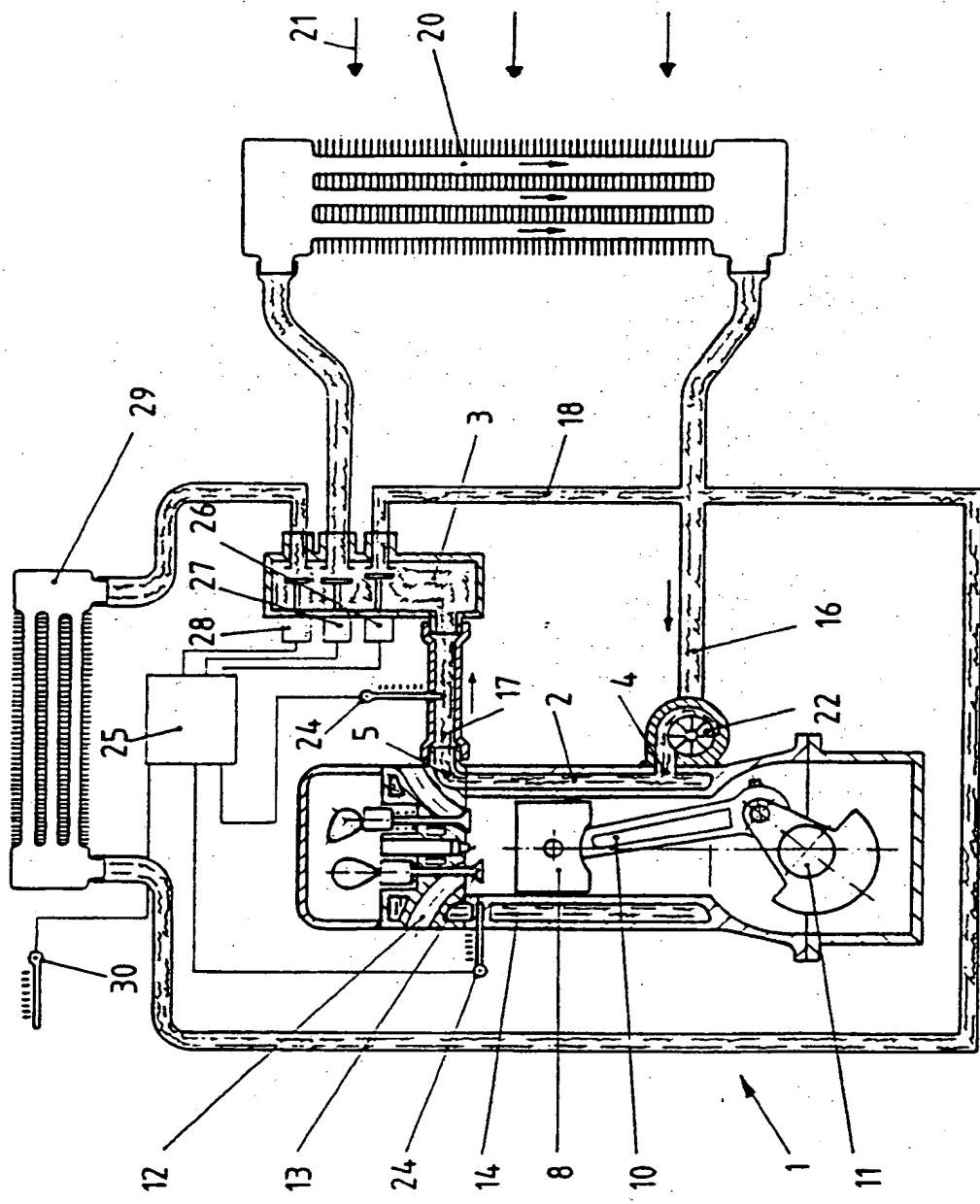


Fig. 2b

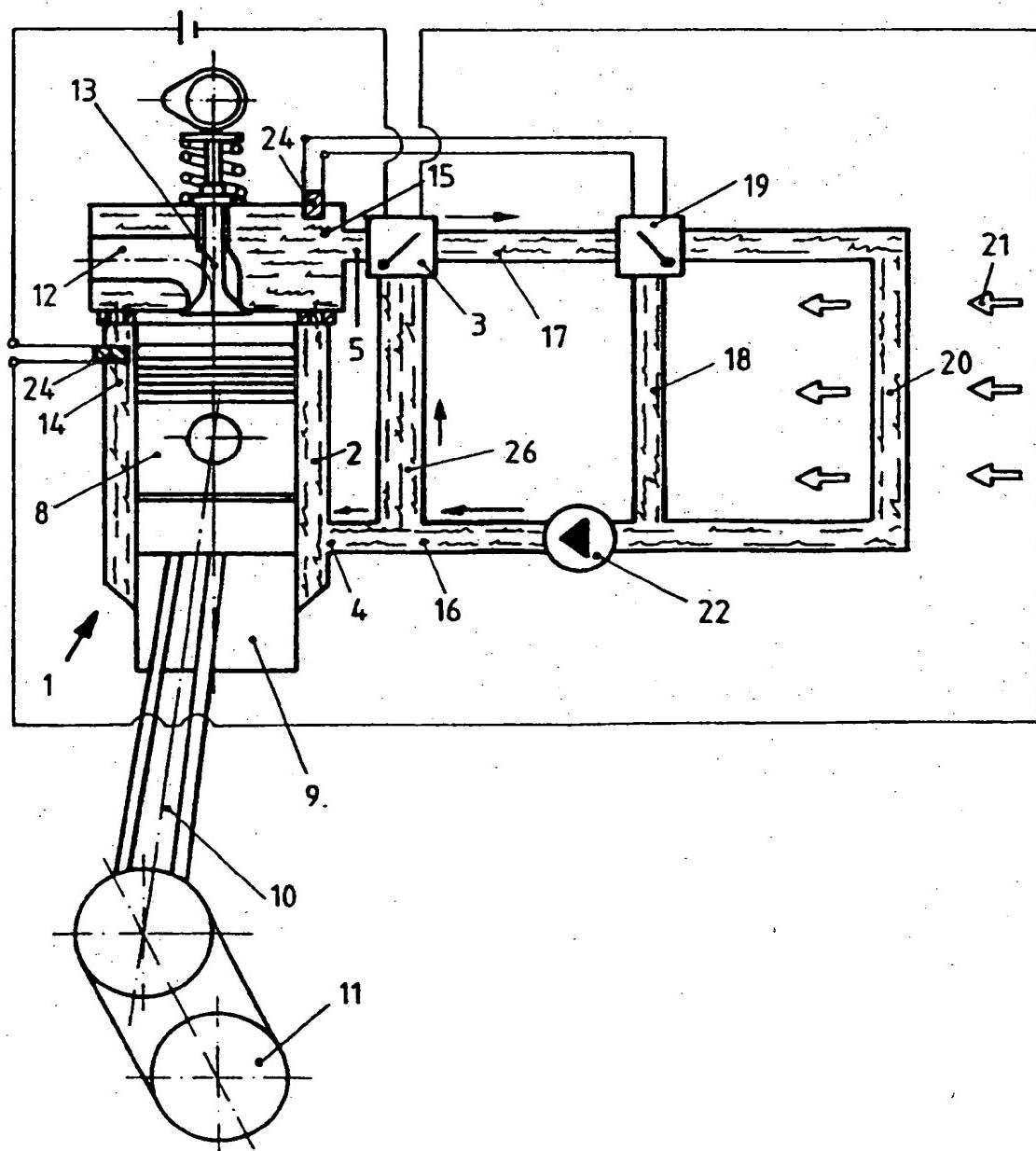


Fig. 3

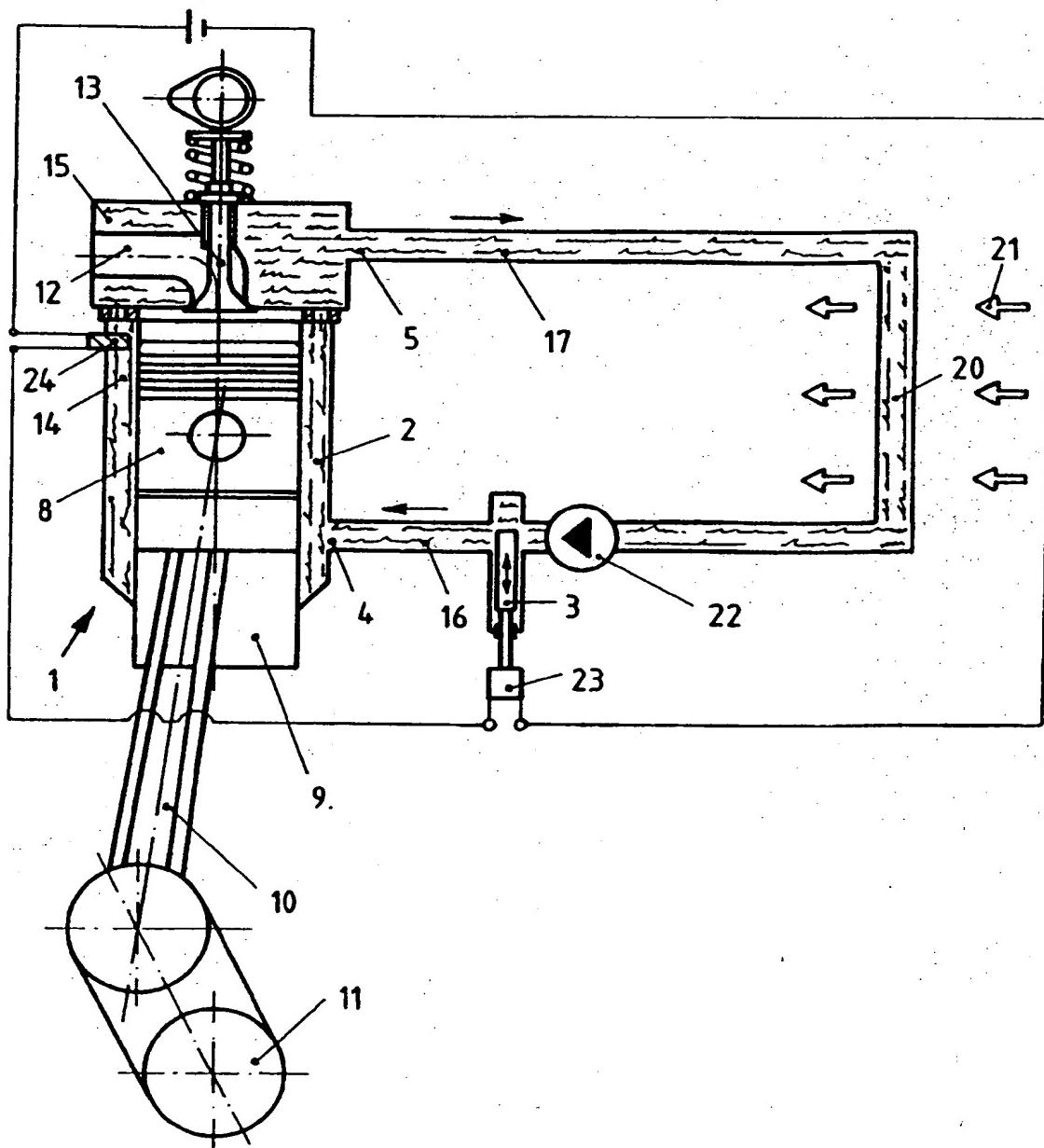


Fig. 4

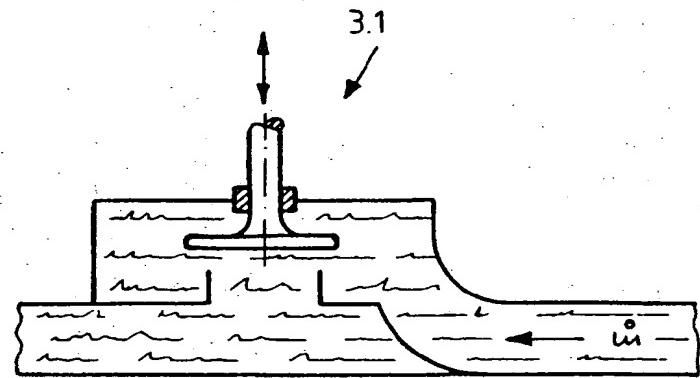


Fig. 5

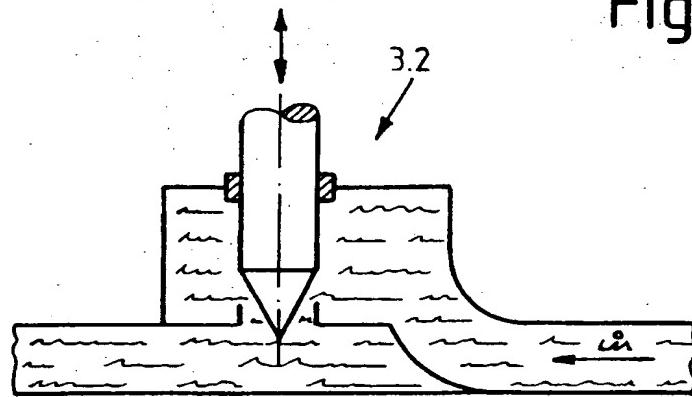


Fig. 6

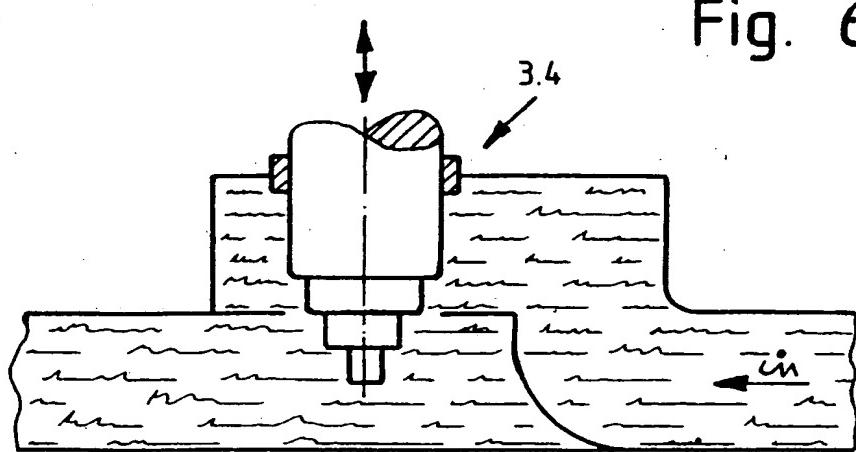


Fig. 7

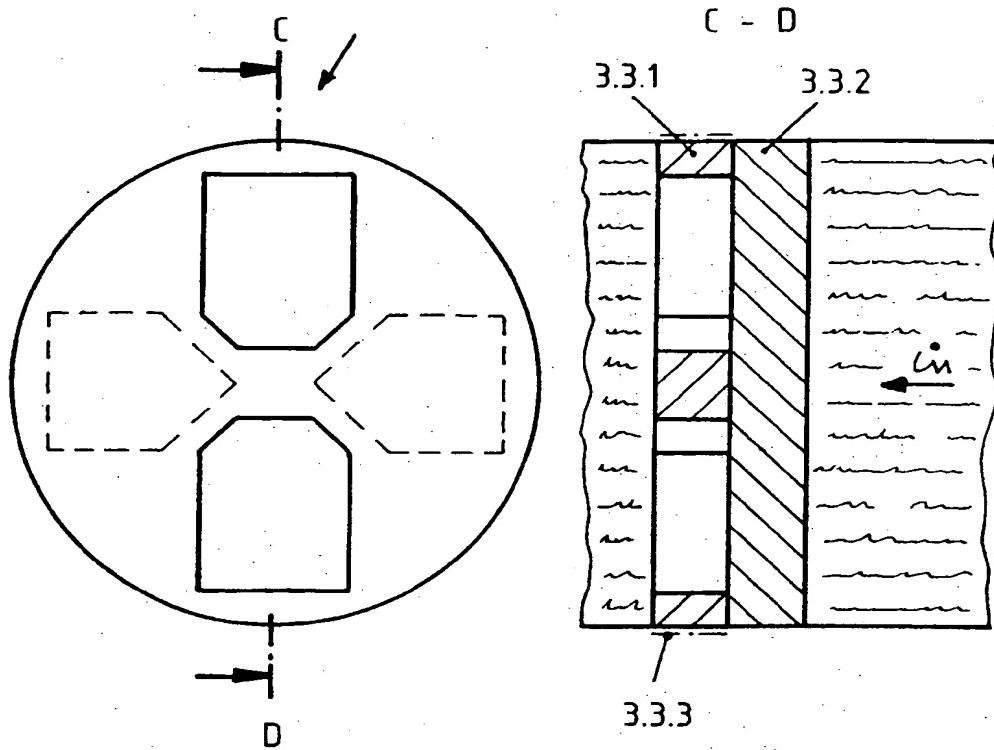


Fig. 8

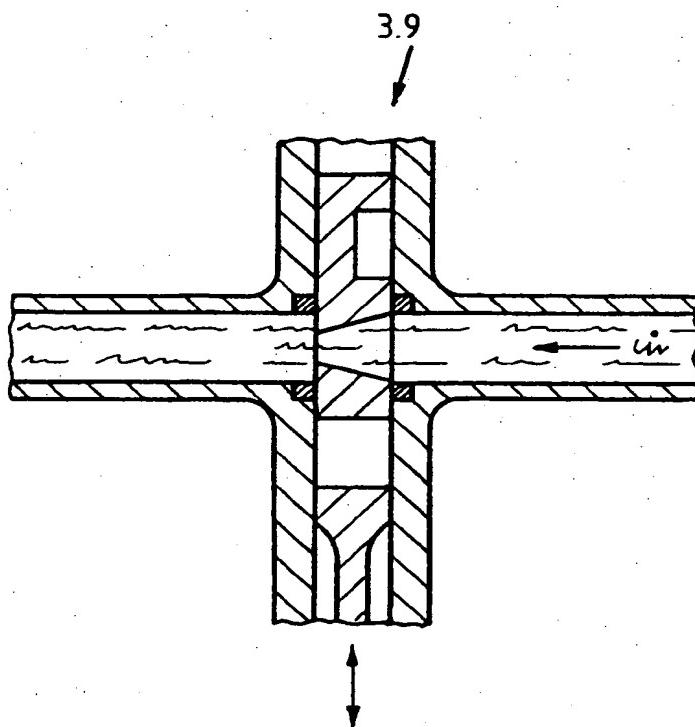


Fig. 9

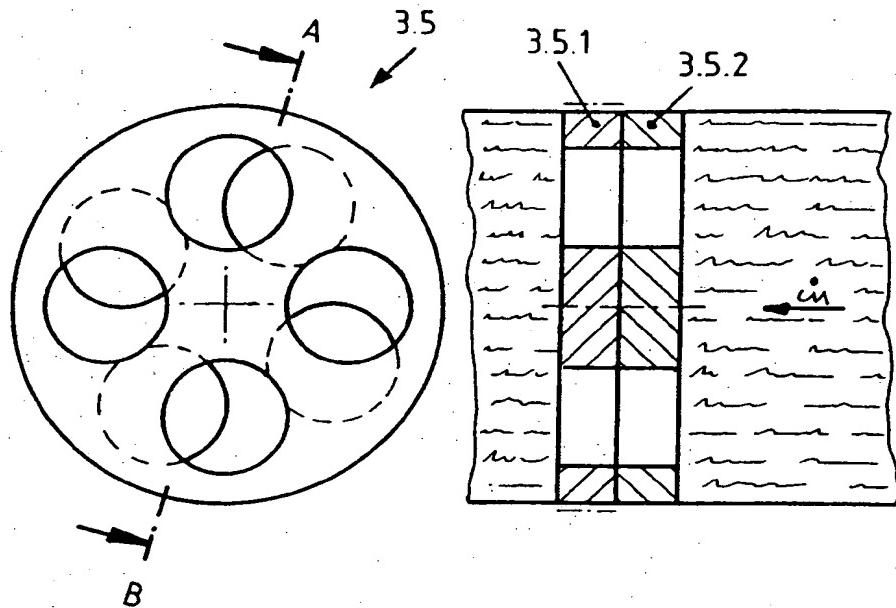


Fig. 10

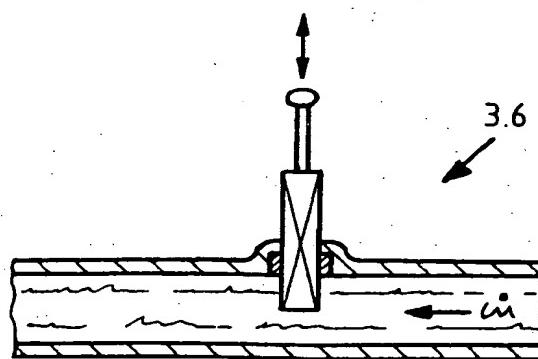


Fig. 11

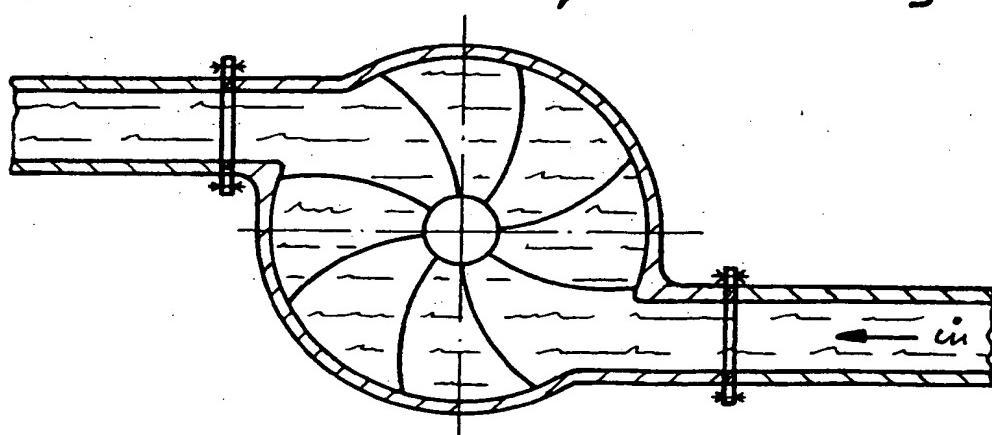


Fig. 12

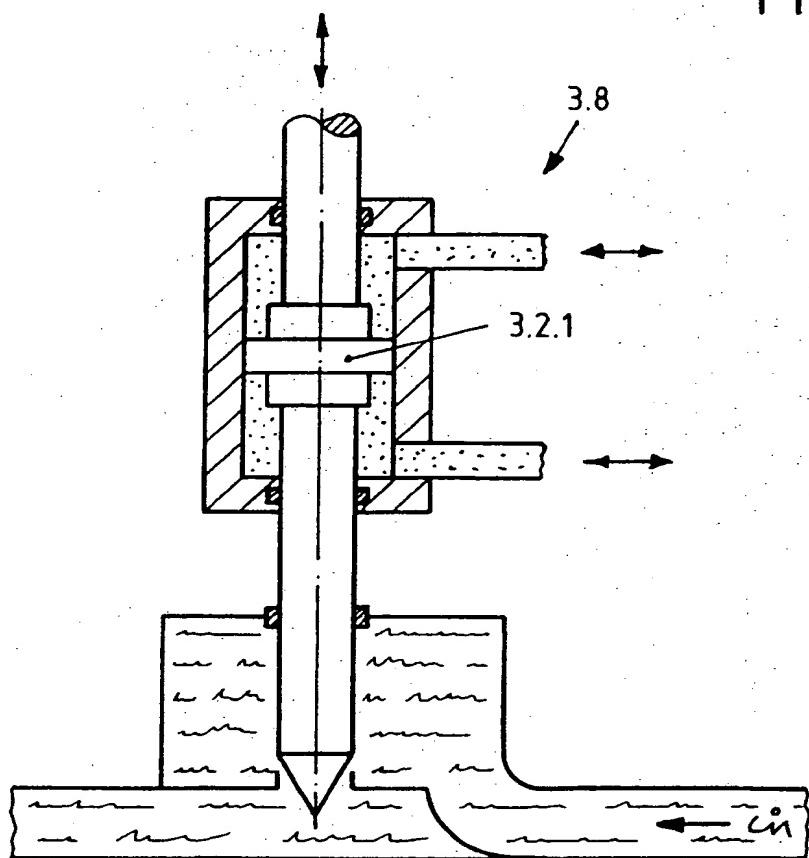
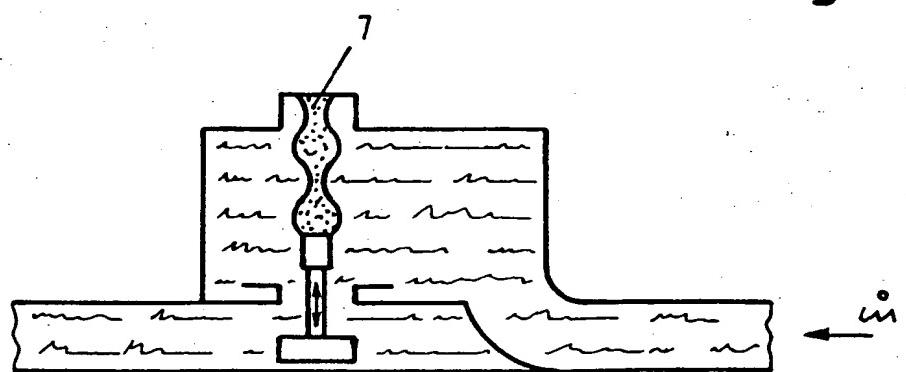


Fig. 13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**